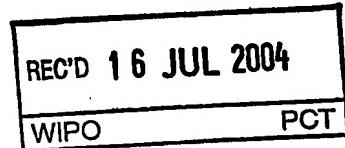


**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

01.07.2004

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 43 891.2

**Anmeldetag:** 19. September 2003

**Anmelder/Inhaber:** Langenstein & Schemann GmbH,  
96450 Coburg/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Umformen  
von Werkstücken

**IPC:** B 21 J 13/08

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 17. Juni 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Dzierzon

Anmelderin: Langenstein & Schemann GmbH, 96450 Coburg

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Umformen von Werkstücken

5

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Umformen von Werkstücken.

Zur Herstellung von Bauteilen durch Kalt- oder Warmumformen, beispielsweise durch Schmieden, werden Umformmaschinen eingesetzt, in denen Umformwerkzeuge platziert sind, insbesondere schlagende Umformmaschinen wie Hammer, Kurbelpressen und Spindelpressen, insbesondere Schwungrad-

15 Spindelpressen. Durch das Zusammenpressen oder Zusammenschlagen der Werkzeuge wird an einem in das Werkzeug eingelegten Werkstück-Rohteil der Umformvorgang vollzogen und das Werkstück damit in seine gewünschte Endform gebracht.

20 Um den Herstellprozess zu automatisieren, werden für die Handhabung der Werkstücke Handhabungsgeräte, insbesondere Manipulatoren und Industrieroboter, eingesetzt. Diese nehmen das Werkstück-Rohteil zumeist zunächst aus einem Magazin und positionieren es zwischen dem meist zweiteilig ausgebildeten Werkzeug, das in der Umformmaschine platziert ist. Nach Zurückziehen des Handhabungsgerätes aus dem Arbeitsbereich der Umformmaschine erfolgt der Umformprozess durch Zusammenfahren der Werkzeughälften. Nach dem Öffnen des Werkzeugs greift das Handhabungsgerät das fertige Werkstück und legt es in einem Fertigteilmagazin ab.

30 Die Prozesssicherheit des Umformprozesses hängt wesentlich davon ab, mit welcher Präzision das zu bearbeitende Werkstück-Rohteil in die Umformmaschine und namentlich in den Werkzeugbereich eingebracht und dort abgelegt wird. Um diesbezüglich hohen Anforderungen zu genügen, ist es im Rahmen des Rüstens der

Umformmaschine erforderlich, das Handhabungsgerät genau auf die Position des Arbeitsbereichs des Werkzeugs einzustellen. Dies ist relativ umständlich und zeit-aufwendig, so dass der Rüstvorgang entsprechend teuer ist.

- 5 Nach dem Einbau des Werkzeugs in die Umformmaschine nach einem Werkzeug-wechsel muss bislang das Handhabungsgerät auf die genaue Lage des Werkzeugs eingerichtet werden. Dies verlängert die Rüstzeit und mindert die Produktivität.

Weiterhin kann es vorkommen, dass sich das Werkzeug während des Umformprozesses im Laufe der Zeit löst, was insbesondere bei schlagenden Gesenkumformmaschinen der Fall ist. Dadurch verändert sich die Lage und Orientierung des Werkzeugs, so dass es zum Aufrechterhalten hinreichender Prozesssicherheit notwendig ist, in gewissen Abständen eine Neuausrichtung des Handhabungsgerätes relativ zur aktuellen Position des Werkzeugs vorzunehmen. Bislang werden im Rahmen dieser Anpassung die vom Handhabungsgerät angefahrenen Punkte überprüft und bei Abweichungen entsprechende Korrekturen veranlasst. Auch hierdurch verlängert sich die Rüstzeit, und es kommt zu einer entsprechenden Einbuße in der Produktivität der Anlage.

- 15 20 Wird nach dem Stand der Technik auf eine zyklische Überprüfung der Position des Werkzeugs und eine Anpassung des Handhabungsgerätes verzichtet, kann die Rüstzeit zwar gering gehalten werden bzw. eine hohe Produktivität erreicht werden, allerdings erfolgt dies zu Lasten der Prozesssicherheit bzw. des Werkzeugverschleißes, da nicht sichergestellt werden kann, dass die Positionierung des Werkstück-Rohteils durch das Handhabungsgerät mit hinreichender Genauigkeit erfolgt. Es ist im allgemeinen zu befürchten, dass das Einlegen des Werkstück-Rohteils in das Werkzeug zu ungenau erfolgt und die genannten Probleme auftreten.

25 Ein weiteres in der Praxis auftretendes Problem ist das sog. "Nachsetzen" des Umformwerkzeugs. Darunter ist zu verstehen, dass nach einer gewissen Anzahl von Hüben der Umformmaschine die Gravuren des Werkzeugs verschlossen sind und das Werkzeug daher nachgearbeitet werden muss. Hierbei wird es in seiner Höhe z. B. abgefräst, d. h. eine neue Gravur wird auf diese Art und Weise in das Werk-

eingebraucht. Wird nun dieses, in seiner Höhe veränderte Werkzeug in die Umformmaschine eingebaut, ist eine komplette Neuausrichtung bzw. Einstellung des Handhabungsgerätes erforderlich, wenn die oben genannten Probleme vermieden werden sollen. Auch dies geht auf Kosten der Produktivität bzw. Prozesssicherheit der Anlage.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und Vorrichtung zum Umformen von Werkstücken vorzuschlagen, mit dem bzw. mit der es möglich ist, die genannten Nachteile wenigstens teilweise zu überwinden. Es soll also insbesondere erreicht werden, dass ein schnelles Rüsten der Maschine insbesondere nach einem Werkzeugwechsel bzw. nach einer Werkzeugüberarbeitung möglich wird, wobei trotzdem ein hohes Maß an Prozesssicherheit gewährleistet werden soll.

Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung wird erreicht mit den Merkmalen  
15 des Anspruches 1 bzw. des Anspruches 15.

Das Verfahren gemäß Anspruch 1 ist zum Umformen, insbesondere Schmieden, von Werkstücken mittels einer Umformmaschine mit wenigstens einem Umformwerkzeug bestimmt und umfasst die Verfahrensschritte:

- 20 a) Handhaben eines Werkstücks während eines Bearbeitungsprozesses, insbesondere vor, während und/oder nach dem Umformen des Werkstücks durch die Umformwerkzeuge, mittels wenigstens eines Handhabungsgerätes, insbesondere eines Manipulators oder Industrieroboters,
- b) Ermitteln der Lage und/oder die Orientierung des Werkzeugs, insbesondere vor der Bearbeitung von Werkstücken auf der Umformmaschine mit diesem Werkzeug durch
  - 25 b1) Anfahren mindestens einer vorgegebenen Referenzfläche am Werkzeug mit einer Erfassungseinrichtung (oder: Bewegen der Erfassungseinrichtung zur Referenzfläche) und Erfassen wenigstens eine Position oder einen Punkt dieser Referenzfläche(n) mit der Erfassungseinrichtung,
  - b2) Übertragen von der oder den erfasste(n) Position(en) der Referenzfläche(n) entsprechenden Informationen zu einem Auswertemittel und

- b3) Ermitteln der Lage und/oder die Orientierung des Werkzeugs aus den dieser bzw. diesen Position(en) entsprechenden Informationen der Referenzfläche(n) durch das Auswertemittel,
- c) Zugrundelegen der vom Auswertemittel ermittelten Lage und/oder Orientierung des Werkzeugs bei der Handhabung der Werkstücke durch das wenigstens eine Handhabungsgerät.

Die Vorrichtung gemäß Anspruch 15 ist zum Umformen, insbesondere Schmieden, von Werkstücken und insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung geeignet und bestimmt und umfasst

- a) wenigstens eine Umformmaschine, insbesondere Schmiedemaschine,
- b) und wenigstens ein Handhabungsgerät zur Handhabung von (umzuformenden oder umgeformten) Werkstücken,
- c) eine Erfassungseinrichtung,
- 15 d) an einem Werkzeug der Umformmaschine mindestens eine Referenzfläche zur Abtastung oder Erkennung mit der mindestens einen Erfassungseinrichtung und
- e) ein Auswertemittel, das aus den von der Erfassungseinrichtung übertragenen Daten oder Signalen die Lage und/oder die Orientierung des Werkzeugs ermitteln kann oder ermittelt.

Vor der Bearbeitung von Werkstücken auf der Umformmaschine mit einem Werkzeug wird demnach, insbesondere nach einer Montage oder einem Wechsel eines Werkzeugs, die Lage und/oder Orientierung des Werkzeugs ermittelt, indem ein mit 25 mindestens einem Sensor ausgestatteter Manipulator oder allgemein ein Handhabungsgerät mindestens eine Referenzfläche am Werkzeug anfährt, die ermittelten Positionen der Referenzflächen (in einem vorgegebenen Koordinaten- oder Bezugssystem des Handhabungsgeräts) zu einem Auswertemittel (oder: Rechenmittel) übertragen werden und im Auswertemittel die Lage und/oder Orientierung des 30 Werkzeugs ermittelt werden. Mit der vorgeschlagenen Vorgehensweise wird erreicht, dass bei der Produktion von Werkstücken auf der Umformmaschine und insbesondere auf der Umformmaschine für Kalt- oder Warmumformung die Werkstückhandhabung unter Berücksichtigung der exakten Werkzeugposition erfolgt.

Die Positionierung der zu bearbeitenden Werkstücke in die Maschine sowie deren Abtransport nach der Umformung durch das Handhabungsgerät erfolgt somit in genauerer und damit prozesssicherer Weise. Weiterhin kann die Rüstzeit der Maschine wesentlich verkürzt und das Rüsten als solches vereinfacht werden, so dass sich ein kostengünstigerer Herstellprozess ergibt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Verfahrens und der Vorrichtung gemäß der Erfindung ergeben sich aus den vom Anspruch 1 bzw. 15 jeweils abhängigen Ansprüchen.

Im Allgemeinen umfasst die Erfassungseinrichtung wenigstens einen Sensor und wenigstens ein den Sensor tragendes und bewegendes Handhabungsgerät.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform wird das zur Ermittlung der Lage und/oder der Orientierung des Werkzeugs eingesetzte Handhabungsgerät der Erfassungseinrichtung anschließend oder zuvor auch zur Handhabung der Werkstücke eingesetzt. Das oder die Handhabungsgerät(e) zur Handhabung der Werkstücke führt also zugleich auch die Kalibrierschritte zur Ermittlung der Werkzeugposition durch.

Vorzugsweise ist die Erfassungseinrichtung oder deren Handhabungsgerät mit Wegmesssystem(en) ausgestattet, mit denen die Position des mindestens einen Sensors im Raum oder im Bezugssystem des Handhabungsgeräts für die Werkstücke ermittelt wird.

Der oder die Sensoren der Erfassungseinrichtung können berührungslose Sensoren, beispielsweise Näherungsschalter oder -sensoren oder Ultraschallsensoren, sein oder auch berührende Sensoren wie Kurzschlusschalter oder Kontaktschalter. Die Sensoren sind insbesondere in der Nähe eines im Allgemeinen zum Greifen eines Werkstücks vorgesehenen Greifers des Handhabungsgerätes angeordnet.

Im Allgemeinen wird aus den erfassten Position(en) der Referenzfläche(n) des Werkzeugs bzw. den dazu zur Verfügung stehenden Informationen vom Auswerte-

mittel die Lage des Koordinatensystems oder Bezugssystems jedes Handhabungsgeräts für die Handhabung der Werkstücke, insbesondere durch eine Translationsabbildung (lineare Verschiebung) und/oder Drehabbildung, berechnet.

5 Vorzugsweise werden mit der oder den Position(en) der Referenzflächen wenigstens drei Punkte im Raum oder für das Koordinatensystem oder Bezugssystem des wenigstens einen Handhabungsgerätes für die Handhabung der Werkstücke erfasst.

10 Es können an einer oder jeder Referenzfläche jeweils nur ein Punkt oder eine Position erfasst oder auch, durch Abtasten, auch mehrere Punkte erfasst werden. Insbesondere fährt das Handhabungsgerät mit der Erfassungseinrichtung wenigstens drei Referenzflächen am Werkzeug, vorzugsweise in einer vorgegebenen Reihenfolge, an und die Erfassungseinrichtung erfasst jeweils genau eine Position oder einen Punkt jeder dieser Referenzflächen.

15 Mit der oder den Position(en) der Referenzflächen wird in einer besonderen Ausführungsform nur eine Referenzebene im Raum oder für das Koordinatensystem oder Bezugssystem des wenigstens einen Handhabungsgerätes für die Handhabung der Werkstücke ermittelt. Die Referenzebene im Raum oder für das Koordinaten-  
20 system oder Bezugssystem des wenigstens einen Handhabungsgerätes für die Handhabung der Werkstücke kann insbesondere aus zwei Positionen der Referenzfläche(n) oder zwei Referenzflächen einerseits und einer vorbestimmten zusätzlichen linear unabhängigen Information, insbesondere der Information über eine zur Referenzebene parallele Ebene, ermittelt werden.

25 Im Allgemeinen fährt die Erfassungseinrichtung oder deren Handhabungsgerät von vorgegebenen Startpunkten aus die Referenzflächen am Werkzeug an. Die Startpunkte sind in der Regel oberhalb und/oder in der Nähe der Referenzflächen gewählt, so dass eine ungefähre Justierung bereits vorgenommen ist und durch die  
30 Erfassungseinrichtung nur noch eine Feinjustierung vorgenommen wird. Die Startpunkte stehen vorzugsweise in derselben Anordnung zueinander wie die Referenzflächen am Werkzeug zueinander.

Bevorzugt wird nach Durchführung eines Werkzeugwechsels oder nach einer Erstmontage oder wenn sich das Werkzeug gelockert hat, zunächst die Lage und/oder die Orientierung des Werkzeugs mittels des mit der mindestens einen Erfassungseinrichtung ausgestattete Handhabungsgerät und des Auswertemittels im Rahmen eines Lern- oder Kalibrierschrittes ermittelt wird bzw. werden und anschließend bei der Handhabung der Werkstücke die ermittelte Lage und/oder Orientierung des Werkzeugs zugrunde gelegt. Hierdurch wird der Werkzeugwechsel und das anschließende Neueinrichten der Maschine wesentlich schneller möglich.

In einer besonderen Weiterbildung kann eine automatische Überprüfung vorgesehen sein, bei der vor einer Ermittlung der Lage und/oder der Orientierung des Werkzeugs eine Prüfung der mindestens einen Erfassungseinrichtung erfolgt, indem diese an eine, vorzugsweise an einer Werkzeughalterung vorgesehenen, Prüffläche gefahren wird und insbesondere ein Alarmsignal ausgegeben wird, falls bei der Prüfung der Erfassungseinrichtung im Auswertemittel eine Unregelmäßigkeit festgestellt wird.

Die Referenzflächen am Werkzeug können als ebene Flächen ausgebildet sein, von denen wenigstens zwei im Wesentlichen rechtwinkelig zueinander ausgerichtet sind, um beispielsweise Höhe und Breite eines Werkzeugs zu bestimmen..

Die Genauigkeit der Erfassung der Referenzflächenposition(en) beträgt typischerweise 0,1 mm. Die Auswertemittel sind üblicherweise digitale Rechner mit Prozessor(en) und Speicher(n) und hinterlegten Steuer- und Berechnungsprogrammen.

Bei schlagenden Umformmaschinen wie Schmiedehämmern oder Spindelpressen wird mit dem Verfahren gemäß der Erfindung zumindest die Lage des unteren Werkzeugs oder Gesenks überprüft.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die einzige Figur zeigt schematisch eine Umformmaschine mit einem Werkzeug und einem Handhabungsgerät.

Nur sehr schematisch zeigt die Figur eine Umformmaschine 1, die eine Halterung 17 aufweist, die ein Werkzeug 2 spannt. Ebenfalls nur sehr schematisch ist angedeutet, dass das Werkzeug 2 Gravuren 18, 19 aufweist, die beim Umformprozess ein nicht dargestelltes Werkstück so verformen, dass es eine gewünschte Form einnimmt.

Zum Einlegen der Werkstück-Rohteile in das Werkzeug 2 der Umformmaschine 1 sowie zu deren Abtransport nach erfolgtem Umformvorgang dient ein Handhabungsgerät 3, der mit einem Greifer 16 versehen ist. Mit dem Greifer 16 wird das Werkstück gehandhabt. Das Handhabungsgerät 3 weist Wegmesssysteme 14 und 15 auf, die in der Figur ebenfalls nur sehr schematisch dargestellt sind. Das Handhabungsgerät 3 steht mit einem Auswertemittel 11 in Verbindung, das einen Antrieb 20 für die Achsen des Handhabungsgerätes 3 ansteuert. Damit kann der Greifer 16 mittels des Handhabungsgerätes 3 in die benötigten Positionen gefahren werden, um das Werkstück zu positionieren.

Besonders zweckmäßig und vorteilhaft ist es, die Gravuren des Werkzeugs 2 innerhalb einer Produktreihe an derselben Position einzubringen, um eine Korrektur der Positionen, die das Handhabungsgerät 3 anfährt, nicht vornehmen zu müssen.

Zur Erhöhung der Prozesssicherheit des Umformverfahrens und zur Reduzierung der Rüstzeit ist folgendes vorgesehen:

In der Nähe des Greifers 16 sind zwei Sensoren 4 und 4' am Handhabungsgerät 3 angeordnet. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den Sensoren 4, 4' um berührende Messsysteme, die mit einem Kurzschlusschalter ausgestattet sind. Mittels der Wegmesssysteme 14, 15 des Handhabungsgerätes 3 kann mit den Sensoren 4, 4' eine genaue Ortsbestimmung des Greifers 16 im Raum erfolgen. Die Ausbildung des Sensors 4, 4' mit einem Kurzschlusschalter hat den Vorteil, dass dieses Sensorsystem relativ unempfindlich gegenüber Verunreinigungen und Wärme ist.

Zur Beschleunigung des Rüstvorgangs und zur Erhöhung der Prozesssicherheit wird nach der Montage des Werkzeugs 2 in die Umformmaschine 1 das greifelseiti-

ge Ende des Handhabungsgerätes 3 und namentlich die Sensoren 4, 4' - veranlasst von dem Auswertemittel 11 - an eine vertikal ausgerichtete Prüffläche 12 und an eine horizontal ausgerichtete Prüffläche 13 gefahren, die an der Umformmaschine 1 angeordnet sind. Da sowohl der Ständer des Handhabungsgerätes 3 als auch die 5 Umformmaschine 1 relativ zueinander ortsfest positioniert sind, ist es durch Anfahren der Prüfflächen 12, 13 möglich, zunächst die ordnungsgemäße Funktion des Handhabungsgerätes 3 bzw. der Sensoren 4, 4' festzustellen: Nach Vorgabe entsprechender Verschiebebewegungen der Achsen des Handhabungsgerätes 3 muss Kontakt zwischen dem Sensor 4, 4' und der Prüffläche 12, 13 vorliegen, wenn das System in einem ordnungsgemäßen Zustand ist. Dies kann vom Auswertemittel 11 registriert werden.

Sollte - im Falle einer Fehlersituation - der Kontakt zwischen Sensor 4, 4' und Prüffläche 12, 13 nicht ordnungsgemäß erfolgen, kann vom Auswertemittel 11 ein Alarmsignal ausgegeben werden, das auf einen nicht ordnungsgemäßen Zustand des Systems hinweist.

Ist gemäß dem Regelfall eine ordnungsgemäße Funktion des Systems festgestellt worden, veranlasst das Auswertemittel 11 anschließend eine Ansteuerung des Antriebs 20 des Handhabungsgerätes 3 in der Form, dass sechs verschiedene Referenzflächen 5, 6, 7, 8, 9, 10 am Werkzeug 2 von den Sensoren 4 bzw. 4' angefahren werden. Hierzu nähert sich der Endbereich des Handhabungsgerätes 3, an dem die Sensoren 4, 4' angebracht sind, in jeweils einer Achsrichtung vertikal oder horizontal 20 den Referenzflächen 5, 6, 7, 8, 9, 10, bis Kontakt zwischen Sensor und Referenzfläche vorliegt. Der Sensor 4, 4' spricht bei Kontakt an, so dass das Auswertemittel 11 25 anhand der Wegmesssysteme 14, 15 die genaue Position der Referenzflächen, d. h. deren Raumposition, detektieren kann.

Wie bei tastenden Messmaschinen üblich, wird der Endbereich des Handhabungsgerätes 3 mit dem Greifer 16 und den Sensoren 4, 4' zunächst im Eilgang des Antriebs 20 in den Bereich der Referenzflächen 5, 6, 7, 8, 9, 10 gefahren. Anschließend wird mit verminderter Geschwindigkeit die jeweilige Referenzfläche angefahren, bis Kontakt zwischen Sensor 4, 4' und Referenzfläche 5, 6, 7, 8, 9, 10 vorliegt.

- Nach Ermittlung der Lage der Referenzflächen 5, 6, 7, 8, 9, 10 kann das Auswertemittel 11 in an sich bekannter Weise anhand der ermittelten Raumpunkte am Werkzeug 2 in Kenntnis des Orts, an dem die Referenzflächen am Werkzeug 2 angebracht sind, auf dessen Lage und Orientierung schließen, d. h. aus der ermittelten Position der Referenzflächen 5, 6, 7, 8, 9, 10 im Raum kann das Auswertemittel 11 eine Referenzebene des Werkzeugs für das Handhabungsgerät oder die exakte dreidimensionale Lage oder Position des Werkzeugs 2 errechnen. Ausgehend hiervon wird bei der Handhabung der zu fertigenden Werkstücke durch das Handhabungsgerät 3 die genaue Lage und Position des Werkzeugs 2 für die Bewegungen des Handhabungsgerätes 3 in dessen Koordinatensystem oder Bezugssystem berücksichtigt, wenn Werkstücke mittels des Handhabungsgerätes 3 ins Werkzeug 2 eingelegt und nach erfolgter Umformung aus diesem wieder entnommen werden.
- 15 Damit ist nicht nur ein schnelles Rüsten der Umformmaschine nach erfolgtem Werkzeugwechsel möglich, es kann auch ein hoher Grad an Prozesssicherheit garantiert werden, da das Handhabungsgerät 3 das Werkstück in optimaler Lage ins Werkzeug 2 einbringen kann.
- 20 Im Ausführungsbeispiel ist gezeigt, wie das Handhabungsgerät 3, der für die Handhabung der Werkstücke vorgesehen ist, gleichzeitig die Messung der Referenzflächen 5, 6, 7, 8, 9, 10 vornimmt. Es kann auch alternativ hierzu vorgesehen sein, dass für die Ermittlung der Lage und Position des Werkzeugs 2 anhand der Referenzflächen ein separates Handhabungsgerät zum Einsatz kommt.

### Bezugszeichenliste

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1              | Umformmaschine   |
| 2              | Werkzeug         |
| 5 3            | Handhabungsgerät |
| 4              | Sensor           |
| 4 <sup>1</sup> | Sensor           |
| 5              | Referenzfläche   |
| 6              | Referenzfläche   |
| 7              | Referenzfläche   |
| 8              | Referenzfläche   |
| 9              | Referenzfläche   |
| 10             | Referenzfläche   |
| 11             | Auswertemittel   |
| 15 12          | Prüffläche       |
| 13             | Prüffläche       |
| 14             | Wegmesssystem    |
| 15             | Wegmesssystem    |
| 16             | Greifer          |
| 20 17          | Halterung        |
| 18             | Gravur           |
| 19             | Gravur           |
| 20             | Antrieb          |

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Umformen, insbesondere Schmieden, von Werkstücken mittels einer Umformmaschine (1) mit wenigstens einem Umformwerkzeug, bei dem während des Bearbeitungsprozesses eine Handhabung eines Werkstücks mittels wenigstens eines Handhabungsgerätes (3) erfolgt,
  - a) die Lage und/oder die Orientierung des Werkzeugs (2), insbesondere vor der Bearbeitung von Werkstücken auf der Umformmaschine (1) mit diesem Werkzeug, ermittelt wird bzw. werden, indem
    - b1) eine Erfassungseinrichtung (3, 4, 4') mindestens eine vorgegebene Referenzfläche (5, 6, 7, 8, 9, 10) am Werkzeug (2) anfährt und wenigstens eine Position oder einen Punkt dieser Referenzfläche(n) erfasst,
    - b2) die der oder den erfasste(n) Position(en) der Referenzfläche(n) (5, 6, 7, 8, 9, 10) entsprechenden Informationen, insbesondere Signale oder Daten der Erfassungseinrichtung, zu einem Auswertemittel (11) übertragen werden und
    - b3) vom Auswertemittel (11) aus diesen Informationen über die Position(en) der Referenzfläche(n) die Lage und/oder die Orientierung des Werkzeugs (2) ermittelt wird bzw. werden.
  - c) bei der Handhabung der Werkstücke durch das wenigstens eine Handhabungsgerät die vom Auswertemittel ermittelte Lage und/oder Orientierung des Werkzeugs (2) zugrunde gelegt wird bzw. werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Erfassungseinrichtung ein mit wenigstens einem Sensor (4, 4') ausgestattetes Handhabungsgerät (3) umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei der das Handhabungsgerät (3) der Erfassungseinrichtung auch als Handhabungsgerät zur Handhabung der Werkstücke eingesetzt wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem aus den erfassten Position(en) der Referenzfläche(n) des Werkzeugs vom Auswertemittel die Lage des Koordinatensystems oder Bezugssystems jedes

Handhabungsgeräts für die Handhabung der Werkstücke, insbesondere durch eine Translations- und/oder Rotationsabbildung, berechnet wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mit der oder den Position(en) der Referenzflächen wenigstens drei Punkte im Raum oder für das Koordinatensystem oder Bezugssystem des wenigstens einen Handhabungsgerätes für die Handhabung der Werkstücke erfasst werden.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Erfassungseinrichtung durch Abtasten der Referenzfläche(n) wenigstens zwei Positionen oder Punkte dieser Referenzfläche(n) erfasst.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Erfassungseinrichtung wenigstens drei Referenzflächen am Werkzeug, vorzugsweise in einer vorgegebenen Reihenfolge, anfährt und jeweils genau eine Position oder einen Punkt jeder dieser Referenzflächen erfasst.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mit der oder den Position(en) der Referenzflächen eine Referenzebene im Raum oder für das Koordinatensystem oder Bezugssystem des wenigstens einen Handhabungsgerätes für die Handhabung der Werkstücke ermittelt wird.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Referenzebene im Raum oder für das Koordinatensystem oder Bezugssystem des wenigstens einen Handhabungsgerätes für die Handhabung der Werkstücke aus zwei Positionen der Referenzfläche(n) oder zwei Referenzflächen einerseits und einer vorbestimmten zusätzlichen linear unabhängigen Information, insbesondere der Information über eine zur Referenzebene parallele Ebene, ermittelt wird.
10. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Erfassungseinrichtung oder das Handhabungsgerät der Erfassungs-

einrichtung von vorgegebenen Startpunkten aus die Referenzflächen am Werkzeug anfährt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem die Startpunkte in derselben Anordnung zueinander stehen wie die Referenzflächen am Werkzeug zueinander.
12. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem nach Durchführung eines Werkzeugwechsels zunächst die Lage und/oder die Orientierung des Werkzeugs (2) mittels der Erfassungseinrichtung (3,4, 4') und des Auswertemittels (11) im Rahmen eines Lern- oder Kalibrierschrittes ermittelt wird bzw. werden und anschließend bei der Handhabung der Werkstücke die ermittelte Lage und/oder Orientierung des Werkzeugs (2) zugrunde gelegt wird bzw. werden.
13. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem vor einer Ermittlung der Lage und/oder der Orientierung des Werkzeugs (2) eine Prüfung der mindestens einen Erfassungseinrichtung (4, 4') oder ihres/r Sensor(n) erfolgt, indem diese an eine, vorzugsweise an einer Werkzeughalterung vorgesehenen, Prüffläche (12, 13) gefahren wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem ein Alarmsignal ausgegeben wird, falls bei der Prüfung der mindestens einen Erfassungseinrichtung (4, 4') im Auswertemittel (11) eine Unregelmäßigkeit festgestellt wird.
15. Vorrichtung zum Umformen, insbesondere Schmieden, von Werkstücken, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14, mit
  - a) wenigstens einer Umformmaschine (1), insbesondere Schmiedemaschine,
  - b) wenigstens einem Handhabungsgerät (3) zur Handhabung von Werkstücken,
  - c) mindestens einer Erfassungseinrichtung (4, 4') wobei

- d) an einem Werkzeug (2) der Umformmaschine (1) mindestens eine Referenzfläche (5, 6, 7, 8, 9, 10) zur Abtastung oder Erkennung mit der mindestens einer Erfassungseinrichtung (4, 4') angeordnet ist und
  - e) ein Auswertemittel (11) vorgesehen ist, das aus den von der Erfassungseinrichtung (4, 4') übertragenen Daten oder Signalen die Lage und/oder die Orientierung des Werkzeugs (2) ermitteln kann oder ermittelt.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, bei der die Erfassungseinrichtung ein mit wenigstens einem Sensor (4, 4') ausgestattetes Handhabungsgerät (3) umfasst.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, bei der dasselbe Handhabungsgerät (3) für die Ermittlung der Lage und/oder der Orientierung des Werkzeugs (2) bzw. für die Erfassungseinrichtung einerseits und zur Handhabung der Werkstücke andererseits vorgesehen ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder Anspruch 17, bei der die Erfassungseinrichtung mindestens einen Sensor (4, 4') umfasst, der berührungslos arbeitet.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, bei der mindestens ein Sensor (4, 4') ein Näherungsschalter oder -sensor oder ein Ultraschallsensor ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, bei der die Erfassungseinrichtung mindestens einen Sensor (4, 4') umfasst, der berührend arbeitet.
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, bei der mindestens ein Sensor (4, 4') ein Kurzschlussschalter oder Kontaktschalter ist.
22. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 20, bei der die Erfassungseinrichtung, insbesondere deren Handhabungsgerät (3), mit Wegmesssystem(en) (14, 15) ausgestattet ist, mit denen die Position des mindestens einen Sensors (4, 4') im Raum ermittelt werden kann.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 22, bei der das Handhabungsgerät (3) einen Greifer (16) zum Greifen eines Werkstücks aufweist.
24. Vorrichtung nach Anspruch 23 und Anspruch 17, bei der in der Nähe des Greifers der mindestens eine Sensor (4, 4') angeordnet ist.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 24, bei der die Referenzflächen (5, 6, 7, 8, 9, 10) am Werkzeug (2) als ebene Flächen ausgebildet sind, von denen wenigstens zwei im Wesentlichen rechtwinklig zueinander ausgerichtet sind.
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 25 mit mindestens einer Prüffläche (12, 13), mit der die Funktion des Handhabungsgerätes (3) und/oder des mindestens einen Sensors (4, 4') geprüft werden kann.

## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Umformmaschine (1) mit einem Werkzeug (2), insbesondere einer Umformmaschine mit einem Umformwerkzeug, bei dem während des Fertigungsprozesses eine Handhabung des Werkstücks mittels eines Handhabungsgerätes (3) erfolgt. Zur Verbesserung des Produktionsprozesses ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass vor der Bearbeitung von Werkstücken auf der Umformmaschine (1) die Lage und/oder die Orientierung des Werkzeugs (2) ermittelt wird bzw. werden, indem ein mit mindestens einem Sensor (4, 4') ausgestattetes Handhabungsgerät (3) mindestens eine Referenzfläche (5, 6, 7, 8, 9, 10) am Werkzeug (2) anfährt, die ermittelten Positionen der Referenzflächen (5, 6, 7, 8, 9, 10) zu einem Auswertemittel (11) übertragen werden und im Auswertemittel (11) die Lage und Orientierung des Werkzeugs (2) ermittelt wird. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Umformmaschine.

